Tektonik und Metamorphose im Gebiet des Frankenwälder Quersattels bei Berg nordwestlich Hof

Auszug aus der

Inauguraldissertation

der

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität

Würzburg

eingereicht am 1. Juli 1954

von Dipl.-Geol. Gerhard von Horstig

aus München

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

R e f e r e n t : Professor Dr. A. W u r m

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juli 1954

Einleitung

An der Nordgrenze Bayerns nordwestlich von Hof war um die Orte Reitzstein, Berg und Töpen bisher ein ansehnliches Gebiet seit C.W. GÜMBEL (1879) geologisch nicht mehr bearbeitet worden, obwohl die dort auftretende epizonale Metamorphose interessante Ergebnisse versprach. Diese Lücke wurde nun durch geologische Kartierung, eine eingehende tektonische Analyse und eine petrographische Untersuchung des Metamorphosenzustandes ausgefüllt.

Stratigraphie

Das untersuchte Gebiet enthält Schichten des gesamten Ordoviziums der Thüringischen Fazies, wobei metamorphe Schalsteine im Griffelschiefer besonders bemerkenswert sind, normales Gotland, Devon und Unterkarbon und entspricht weitgehend den nördlich und südlich anschließenden Kartenblättern. Nur südwestlich Issigau wurde ein von A. WURM (1929) als Oberdevon kartiertes Gebiet ins Unterkarbon gestellt, sodaß das von der Kulmmulde von Mehlteuer kommende Blintendorfer Kulm nun bis Marxgrün durchgeht und dort in die Nailaer Kulmmulde mündet.

T e k t o n i k

Faltungstektonik

Alle aus Wechsellagerungen verschiedenen Materials bestehenden Schichten (Phycodenschichten, Griffelschiefer (z.T.), oberdevonische Schiefer und Schalsteine (z.T.), Unterkarbonschiefer) sind in stark vergente bis liegende Kleinfalten ("Wellenlänge" 0,5 bis mehrere Meter) gelegt. In den Phycodenschichten wechseln flacher liegende, kaum gefaltete und steiler stehende, reich gefaltete Bereiche, die als Liegend- und Hangendschenkel von größeren vergenten Falten gedeutet werden können.

Homogene Schichtkomplexe (Hauptquarzit, Lederschiefer, Gotlandlydit, oberdevonische Schiefer (z.T.), Diabasbrekzien und Diabase) zeigen je nach dem Grad der Beanspruchung ein verschieden stark ausgeprägtes b-Achsengefüge, das senkrecht b aus einer lebhaften Fältelung oder aus einer linsigen Zerscherung und Abplattung von Einlagerungen zu erkennen ist. Parallel b ist die Feinschichtung

bzw. die Schieferung nur bei sehr starken Durchbewegungen linsig ausgebildet, meistens ist sie unverändert. Eine deutliche Auslängung von Diabasbomben in der Diabasbrekzie zeigt eine Dehnung in Richtung der b-Achse an.

Heterogene und homogene Gesteine sind zu einem großen Teil verschiefert und deshalb wird die 1. Schieferung zur wichtigsten Ablösungsfläche des Gebietes. Die Schieferung konnte sich am besten in Tonschiefern und Diabastuffen durchsetzen, am schlechtesten in gebankten Quarziten und Diabasen. Sie zeigt eine starke Abhängigkeit von der Korngröße und Festigkeit des Materials und von dem Grad der Scherbewegungen.

Die 1. Schieferung ist eine echte Faltungsschieferung (S. KIENOW 1949), also unmittelbar an die Faltung geknüpft, und versetzt die Schichtung um kleine Beträge, deren Bewegungssinn von der Stellung in der Falte abhängig ist.

Das Auftreten einer zweiten Schieferung ist stets auf kleine Bereiche begrenzt, über deren Lage sich keine allgemein gültigen Gesetzmäßigkeiten nachweisen ließen. Die 2. Schieferung ist überwiegend an reine Tonschiefer (Griffelschiefer des Ordoviz, Unterkarbon) gebunden. Ihre Stellung zur 1. Schieferung ist genau die gleiche wie die der 1. Schieferung zur Schichtung im Rahmen des weitergehenden gleichen Faltungsvorganges.

Die Schnittgeraden zwischen Schichtung und 1. Schieferung, bzw. zwischen 1. und 2. Schieferung erscheinen häufig als Riefung auf den s-Flächen und gehen parallel einer sehr feinen Fältelung. Sie markieren deshalb beide eine b-Achse. In reinen Schiefern (Ordovizischer Griffelschiefer, unterkarbonischer Dachschiefer) liessen sich zwei sich überkreuzende Rieferungen feststellen, eine ältere, die N 20-35° E streicht, und eine jüngere bei Streichen N 60-75° E. Sie entsprechen zwei Teilphasen der varistischen Hauptfaltungsphase. Nur bei Eisenbühl konnte die 1. Schieferung der älteren und die 2. Schieferung der jüngeren Phase zugeordnet werden.

Alle Erscheinungen der Faltungstektonik, besonders aber die liegende Faltung, deuten darauf hin, daß der Faltungsdruck von erheblichen Schiebungs- (Scherungs-)Kräften überlagert war, die in den Gebieten flach liegender Schieferung (Frankenwälder Quersattel bei Berg) am stärksten waren.

Verwerfungen

Eine größere Zahl von Verwerfungen konnte im Aufschluß beobachtet werden. Die gemessenen Streich- und Fallwerte wurden statistisch ausgewertet. Die NW-Störungen zeigen durch das flache Einfallen bemerkenswerte Maxima bei Streichen 150° Fallen 30° NE und 125° 75° SW. 60-75° einfallende und 108 bzw. 125° streichende Störungen sind jünger als die der varistischen Hauptfaltung zuzurechnende Hauptmasse der Störungen. Die NW-Störungen sind in der Hauptsache Schrägabschiebungen, seltener reine Abschiebungen oder Seitenverschiebungen. Eine flache Schrägabschiebung ist auch die Joditzer Störung, an der der Kern des Hirschberger Sattels im Südwesten abbricht. Die E-W-Störungen unterscheiden sich von den NW-Störungen in ihrem Charakter nur durch eine größere Häufigkeit der Seitenverschiebungen.

Bei den NE-Störungen überwiegen mittelsteile Fallwerte nach Südost. Es wurden fast nur reine Abschiebungen beobachtet. Auffallend war das für ein so stark gefaltetes Gebiet sehr merkwürdige Zurücktreten von Überschiebungen. Es kann nur dadurch erklärt werden, daß die Überschiebungen auf wenige begrenzte Zonen beschränkt sind und diese Zonen in den Aufschlüssen nicht ausgeschnitten sind.

Klüfte

Die Untersuchung der Klüfte ging von statistischen Auswertungen aus. Zu diesem Zweck erfuhren die im Aufschluß gemessenen Klüfte zunächst eine Bewertung. Es wurden unterschieden:

1.) Klüfte, die innerhalb eines Aufschlusses nach beiden Seiten aufaufhören ("kleine" Klüfte), Sie wurden nur gewertet, wenn mehrere Parallelklüfte auftraten und dann zusammen einer "mittleren" Kluft gleichgestellt.

2.) Klüfte, die in größeren Aufschlüssen (über 2,50 m Höhe) an einer Seite aufhören, in kleineren Aufschlüssen (unter 2,50 m Höhe) ganz durchgehen ("mittlere" Klüfte). Sie wurden im Diagramm einfach gewertet.

3.) Klüfte, die große Aufschlüsse ganz durchsetzen ("große" Klüfte). Sie wurden im Diagramm doppelt gewertet.

Zur statistischen Auswertung diente das flächentreue Netz nach W. SCHMIDT in Polarprojektion. Die Kluftnormalen wurden auf die obere Halbkugel projiziert.

Zur speziellen Untersuchung wurde das bearbeitete Gebiet in vier nach feldgeologischen Kriterien als homogen zu betrachtende Bereiche eingeteilt und dafür je ein Sammeldiagramm aufgestellt. Um die Beziehungen von Klüften und b-Achsen feststellen zu können, wurden außerdem Diagramme gezeichnet, in denen die Klüfte alle auf die gleiche Faltenachse bezogen sind.

Die NW-Klüfte, die ungefähr senkrecht auf geneigten Faltenachsen stehen, fallen steil nach der entgegengesetzten Seite ein (Antithetische Stellung nach E. SCHENK 1938). Sie haben teilweise die Stellung von Q-Klüften der varistischen Hauptfaltung. An ihre Stelle treten jedoch meistens ein oder mehrere spitzwinklig sich überkreuzende Scherkluftpaare. Das Streichen der älteren NW-Klüfte verteilt sich fast auf den ganzen NW-Sektor (110-170°), jedoch sind Werte um 150° am häufigsten.

Eine überall nachweisbare, jüngere Bruchtektonik mit Zerrungscharakter benutzte zwar zum Teil die älteren Klüfte, hatte aber ihren Schwerpunkt auf den 110-140° streichenden Klüften. Die jüngere Zerrung bildete mit der älteren Pressung einen Winkel von 60-80°.

Auch bei den NE-Klüften lassen sich zwei verschiedenaltrige Gruppen unterscheiden. Die der varistischen Hauptfaltung synorogenen (ß-Achse = b-Achse) haben gegenüber nordwestvergenten Falten die Stellung mittelsteiler bis steiler antithetischer, sowie steiler synthetischer Zerrbrüche. Ihr Streichen wechselt stark innerhalb eines Winkels von ±30° zur Faltenachse. Dagegen sind die jüngeren NE-Klüfte mehr richtungskonstant (Maximum bei Streichen 45° saiger), ebenso die gleichaltrigen E-W-Klüfte (Streichen 80° Fallen 60-90° SE).

Der einzige im Kluftbild feststellbare Teufenunterschied zwischen Kern und devonischer Bedeckung des Hirschberger Sattels (Vogtländische Mulde) ist ein um 10-20° steileres Eintauchen eines großen Teiles der NW-Klüfte des Kernes, dem eine gleichartige Abweichung der b-Achsen parallel geht. Ich sehe hierin die Folge einer Reussischen (Anfang Oberdevon) Heraushebung und einer da-

durch entstandenen Diskordanz der Schichten, die sich auf das statistische Mittel der b-Achsen der nachfolgenden varistischen Hauptfaltung ausgewirkt hat. Ältere Strukturelemente, wie sie durch eine Kaledonische Faltung entstanden sein müßten, ließen sich nicht erkennen.

Ein wesentlicher Einfluß von Materialverschiedenheiten auf Streichen und Fallen der Klüfte in Gebieten heterogener Zusammensetzung konnte nicht festgestellt werden. In Diabasen, Diabasbrekzien und sehr grobkörnigen Sedimenten sind die Klüfte im Durchschnitt größer (weiter durchgehend) und häufiger als in Tonschiefern. Die Klüftung im Phykoden- und Hauptquarzit nähert sich bei zunehmender Verschieferung der der Tonschiefer. Schalsteine reagieren offensichtlich stark auf lokaltektonische Einflüsse. Metamorphe Diabase und Schalsteine in chlorititischer Fazies sind im allgemeinen arm an Klüften.

Querwellung und Knickung

In dem ganzen bearbeiteten Gebiet, besonders aber in reinen Tonschiefern und epimetamorphen Schalsteinen wurde eine wellenförmige Verbiegung oder Abknickung der s-Flächen beobachtet, deren Achse stets Nordwest streicht. Die Querwellung ist seltener, die Knickung häufiger schleppungsartig mit einem NW streichenden steilen Kluftsystem verbunden. Wenn Klüfte fehlen, haben beide den Charakter steiler Flexuren. Schleppung und Flexuren haben häufig eine Lage, die auf eine anfängliche Pressungsphase schließen lassen, der dann eine wesentlich stärkere Zerrungsphase folgte. Ähnlich wie bei den b-Achsen lassen sich ebenfalls zwei sich überkreuzende Richtungen erkennen, eine ältere N 145° E und eine jüngere N 115° E streichende.

Daß die 115°-Richtung jünger als die varistische Hauptfaltung ist und somit zu der bereits betrachteten jüngeren Bruchtektonik gehört, konnte an der Birkenleite SSW Lamitz nachgewiesen werden. Hier werden die zahlreichen Spezialfalten einer Nordost streichenden Umbiegung einer Kleinfalte von einer typischen Querwellung verbogen. Die 145°-Richtung dürfte dagegen zur varistischen Hauptfaltung gehören.

Metamorphose

Das gesamte sog. nicht metamorphe Paläozoikum ist bereits anchimetamorph. Näher untersucht wurden nur die epimetamorphen Gesteine.

Die Epimetamorphose der sandigen und tonigen Sedimente wechselt örtlich stark und erreicht nur selten die Stufe von Phylliten und Serizitquarziten. Die Umwandlung war im Gefüge erheblich, aber im Mineralbestand gering.

Dagegen haben die empfindlicheren Diabase und Diabastuffe eine erhebliche Ummineralisation erfahren. Zur genauen mineralfaziellen Einordnung wurden die Chloritschiefer (Chlorit + Albit + Quarz + Kalzit) als Chloritite den Prasiniten (aktinolithische Hornblende + Epidot) gegenübergestellt.

Die normalen (anchizonalen) Diabase bestehen aus Andesin bis Oligoklas, sowie Albit, aus feinstfaserigem Chlorit (Diabantit und Dellessit), der aus Pyroxen und vulkanischem Glas entstand, und aus Ilmenit bzw. Leukoxen als Hauptgemengteilen. Albit ist kein Umsetzungsprodukt von Labrador, sondern das Ergebnis einer normalen Restkristallisation.

Das wichtigste Ereignis der Epimetamorphose der Diabase ist die Neusprossung eingeregelter, nadeliger Aktinolithe auf Kosten der Plagioklase (und vulkanischem Glas als Mg-Quelle) und der zu Beginn der Metamorphose aus Pyroxen gebildeten tafeligen Uralite. An die Stelle des Aktinolithes bei prasinitischer Fazies tritt Mg-Prochlorit bei chloritititischer Fazies. Wenn der durch die Umsetzungen der primären Mineralien freigewordene Kalk von neugebildeten Mineralien nur teilweise (Aktinolith) oder gar nicht (Chlorit) aufgenommen werden konnte, bildete sich Epidot (überwiegend Pistazit, untergeordnet Klinozoisit). Ilmenit ist teilweise zu Leukoxen, teilweise zu Titanit umgewandelt. Jedoch ist der oft sehr große Mengenanteil dieser Mineralien nur erklärbar, wenn aus der Umsetzung von Titanaugit und vulkanischem Glas zusätzlich Titan geliefert wurde.

Eine Neubildung von Albit, die zu erwarten war, wurde nirgends beobachtet. Feinstfaseriger, ungeregelter Chlorit greift sämtliche aus der Metamorphose hervorgegangenen Mineralien an. Er gehört zu

einer untergeordneten, streßfreien Schlußphase der Metamorphose.

Das wichtigste Mineral der Epimetamorphose der Diabastuffe ist der Chloropit GÜMBEL's, der als Mg-Prochlorit bestimmt wurde. Er bildet den einheitlichen Kern von linsigen Bläschen und ist hier von einer Schale aus Quarzpflaster umgeben. Diese Bläschen werden als epimetamorphe Form von H. HENTSCHEL's typischen Bläschen im Schalstein betrachtet. Der Mg-Prochlorit ist aus vulkanischem Glas hervorgegangen. Seine gut kristallisierten Blättchen und das häufige, parallel den s-Flächen eingelagerte Quarz-Kalzit-Pflaster zeigen den stark hydrothermalen Charakter der Metamorphose. An Stelle von Quarz und Kalzit bei Chlorititfazies erscheint bei Chlorit-Prasinit-Fazies Epidot. Eine bemerkenswerte Aktinolithbildung fehlt. Leukoxen und Titanit spielen die gleiche Rolle wie bei den epimetamorphen Diabasen.

Aus den Ausführungen des tektonischen Teiles geht hervor, daß die epimetamorphen Gesteine erheblichen Scherbewegungen ausgesetzt waren. Diese waren in den prasinitischen Gebieten mäßig bis klein (mittelsteile Lage der Schieferung), in den chlorititischen Gebieten stark (flache Lagerung der Schieferung). Dabei war die Temperatur hoch genug für die Bildung einer epizonalen Mineralfazies, wobei die Temperaturen der Zerscherung in grober Annäherung umgekehrt proportional waren. Die Ursache der Temperaturerhöhung kann nur in der das gesamte Gebirge erfassenden Durchbewegung in Verbindung mit den örtlichen und regionalen Druckverhältnissen gesucht werden.

Dagegen wurde im Keratophyr und im epimetamorphen Diabas nordöstlich Reitzenstein eine mylonitische Zerscherung ohne Kristallneubildung beobachtet. Sie kann nur jünger sein als die Epimetamorphose und ist an Überschiebungszonen geknüpft, die in größeren Abständen das Gebirge durchbrechen. Hier wurde die durch die Bewegung entstandene Wärme sofort abgeleitet. Aus den Untersuchungen der Metamorphose geht hier eine Zweiphasigkeit der Tektonik hervor, wobei die Epimetamorphose allein in die 1. Phase, die Überschiebungen in die 2. Phase fallen.

Das Tektonische Gesamtbild

In dem bearbeiteten Gebiet konnten mehrere der aus dem thüringischen und oberfränkischen Schiefergebirge bekannten großtektonischen Strukturen weiter verfolgt werden. Wie bereits erwähnt, stellt nun das Blintendorfer Kulm eine durchgehende Verbindung zwischen den Kulmmulden von Mehlteuer und Naila dar. Es besaß ohne Zweifel ursprünglich selbst Muldencharakter, wurde aber in der 2. Phase der varistischen Hauptfaltung zu einer südostvergenten Schuppe umgewandelt. Der Hirschberger Sattel bricht zwar im Südwesten an der Joditzer Störung ab, jedoch können der Reitzensteiner Sattel, der bei Marxgrün an einer Nordweststörung endet, und der Selbitzer Ordovizsattel als seine Fortsetzung aufgefaßt werden, sodaß sich also eine Spaltung in 2 Arme ergibt, die die Nailaer Kulmmulde im Nordosten umgreifen.

Diagonal von Nordwesten nach Südosten durchzieht das Arbeitsgebiet der von zahlreichen Störungen und Erzspalten begleitete Frankenwälder Quersattel. Die Sattelachse ließ sich von der bereits früher als Sattelspalte bekannten Pottiga-Eisenbühler-Spalte über Berg, Bruck zum Siluraufbruch am Kobesbühl verfolgen und taucht wahrscheinlich bei Köditz unter der Schuppenzone der Münchberger Masse unter. Die Sattelachse trennt nach Südwesten einfallende Faltenachsen im Südwesten von Nordost einfallenden Faltenachsen im Nordosten. Der Frankenwälder Quersattel ist also eine zweiseitige Achsenrampe im Sinne von H. CLOOS (1940) und die Ansicht von B. ENGELS (1952) wurde somit bestätigt.

Zur Feststellung der Vergenz des Gebietes wurde ausser den aufgeschlossenen Kleinfalten besonders das Einfallen der 1. Schieferung verwendet. Es ergaben sich zwei Gebiete gegeneinandergerichteter Vergenz, die durch eine Scheitelungszone getrennt sind. Im ganzen Nordosten, im ganzen Hirschberger Sattel und in der Vogtländischen Mulde herrscht Nordwestvergenz. Dagegen zeigen Nailaer Kulmmulde, Reitzensteiner Sattel und Blintendorfer Kulm im Südwesten eine eindeutige Südostvergenz. Eine Scheitellinie läßt sich infolge des sehr flachen Einfallens der Schieferung und ihrem häufigen Nordweststreichen im Gebiet des Frankenwälder Quersattels bei Berg nicht mit Sicherheit ziehen. Die Scheitelung wird besser

als 1-2 km breite Zone aufgefaßt, die vom Selbitzer Ordovizsattel bei Schlegel zwischen Berg und Bug, Schnarchenreuth und Gottsmannsgrün, Tiefengrün und Hirschberg nach Norden zieht.

Bewegungsablauf im Gang der Erdgeschichte

1.) Reussische Phase der varistischen Ära (Beginn des Oberdevon)

Gleichzeitige epirogene Entstehung flacher Nordost und Nordwest streichender Großsättel und Großmulden.

2.) Sudetische Phase (Varistische Hauptfaltung)

In einer Vorphase im hohen Unterkarbon weitere Heraushebung der Nordost-Großstrukturen, am Bergaer Sattel und der Münchberger Masse stärker als am Hirschberger Sattel, fehlend am Reitzensteiner Sattel.

1. Teilphase (postunterkarbonisch). Eine allgemeine Zusammenpressung des Gebirges, die zunächst in Südost-Nordwest-Richtung, später in Südsüdost-Nordnordwest-Richtung wirksam war, erzeugt in den Großsätteln und in den Großmulden je nach Material Kleinfaltung, Schieferung oder beides. Durch die vorausgegangene geringere Heraushebung und vermutlich durch eine seichte Lage des Grundgebirges am Hirschberger Sattel entstehen Schubkräfte von beiden Seiten gegen diesen und eine den Schubkräften gleichgerichtete Vergenz. In der Scheitelzone bei Berg herrscht maximaler Schub (flachliegende Schieferung, epizonale Metamorphose in chloritititischer Fazies). In Gebieten südöstlich vom Scheitel waren Druck und Temparatur höher, aber die Zerscherung geringer, so daß sich eine prasinitische Fazies bilden konnte.

Die Faltung paßt sich der Reussischen Aufwölbung des Frankenwälder Quersattels in Form einer zweiseitigen Achsenrampe an. Die älteren Nordweststörungen und -klüfte reißen auf, teilweise verbunden mit der älteren Querwellung und Knickung.

2. Teilphase. Die weitergehende Einengung kann das in der 1. Phase weitgehend verfestigte Gebirge nur mehr in einzelnen Überschiebungszonen überwinden. Die Blintendorfer Kulmmulde wird zu einer Schuppe umgeprägt.

3.) Saalische Phase (zwischen Unter- und Oberrotliegendem)

Eine nordweststreichende Bruchtektonik mit überwiegendem Zerrungscharakter folgt teilweise älteren Nordwestbrüchen, gleichzeitig reißen weit durchgehende, flachherzynische Verwerfungen und Klüfte neu auf und die jüngere Knickung entsteht. Der Reussische Frankenwälder Quersattel wird zu einer teilweise horstartigen Bruchscholle umgestaltet. Mineralische Lösungen dringen in die Brüche ein und bilden Erzgänge.

4.) Saxonische Phasen (Alter nur vermutbar, Mesozoikum bis Diluvium)

Wiederaufleben der Nordwest-Bruchtektonik und um 45° streichender Nordostklüfte und -verwerfungen, durch die Minderalquellen empordringen.

In dem Auszug zitierte Literatur

CLOOS, H.: Über Achsenrampen. -- Fortschr.Geol.Paläont. 11, H. 33, 74-88, 2 Abb., Stuttgart 1940.

ENGELS, B. : Über Faltung und Scherung im Bereich des "Frankenwälder Quersattels". -- Z.deutsch.geol.Ges. 104, 62-68, 7 Abb., Hannover 1952.

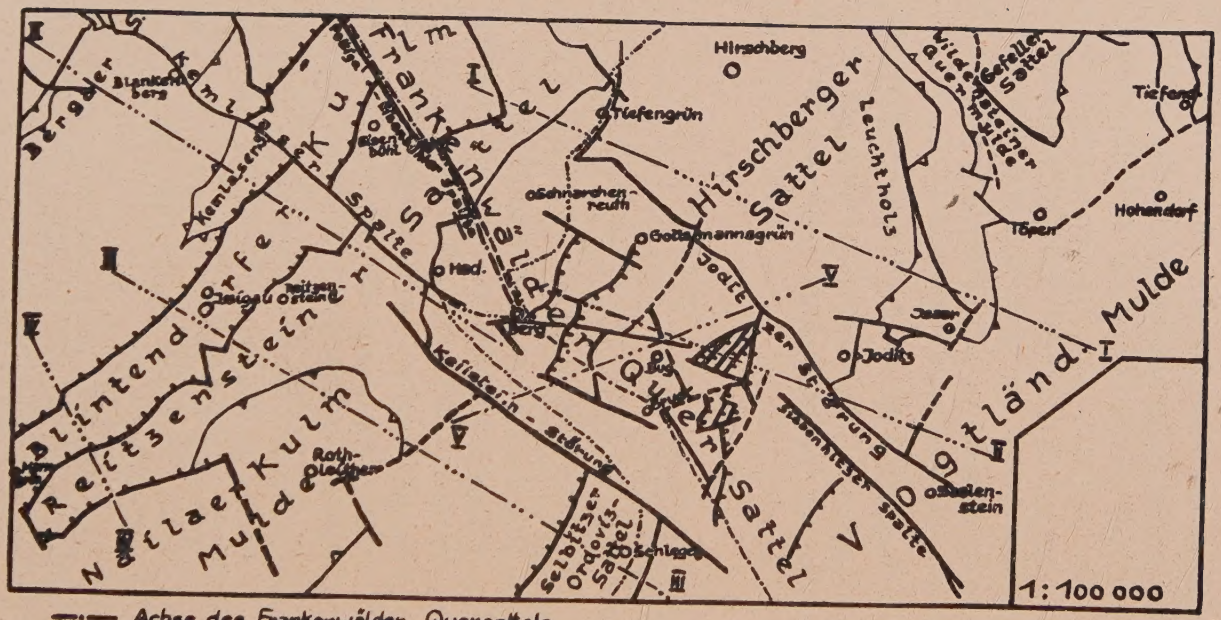
GÜMBEL, C.W.v.: Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. -- 698 S., zahlr. Abb., 11 Taf., 2 Kart., Gotha 1879.

HENTSCHEL, H.: Die Umbildung basischer Tuffe zu Schalsteinen. -- Neues Jb.Min.Abh. 82, 199-230, Stuttgart 1951.

KIENOW, S.: Beiträge zur Geomechanik. 1.) Über Faltungsschieferung. -- Neues Jb.Min.usw. 90B, 345-378, 19 Abb., Stuttgart 1949.

SCHENK, E.: Die Tektonik der mitteldevonischen Kalkmuldenzone in der Eifel. -- Jb.preuß.geol.L.-A. 58, 1-36, 15 Abb., 4 Taf., Berlin 1938.

WURM, A.: Bl. Naila. -- Geol.Spez.-Kart.Bayern 32, Erl. 36 S., 7 Abb., München 1929.



— · — Achse des Frankenwälder Quersattels
— · · — Scheitellinie der Faltung
— · · · — Profillinien

Abb. 65

Übersichtsskizze der großtektonischen Einheiten.